中国城镇建设首选环保设备

◆高效◆实用◆节能◆美观

地埋式一体化
好氧流化床生物膜反应器（MBBR）污水处理设备

产品设计手册

德州五洲人工环境设备有限公司

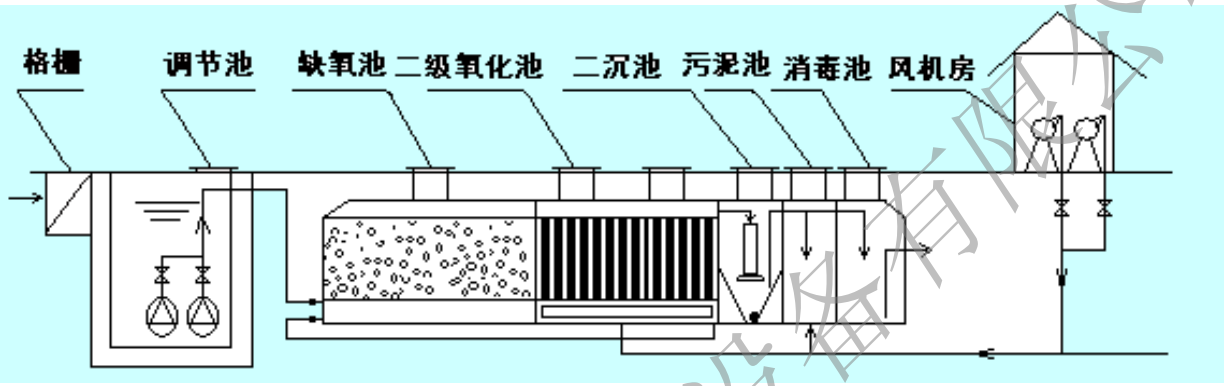
德州五洲人工环境设备有限公司

Dezhou World Artificial Environment Equipments Co.Ltd.

一、技术背景

1、国内传统地埋式一体化污水处理设备的缺陷 ：

◆工艺落后，出水效果差。国内地埋式一体化污水处理设备均是基于传统的 A/O 或者 A^2/O 生物接触氧化法（生物膜法的一种）工艺理论，结构为初沉池、厌氧池（缺氧池）、好氧池、二沉池、加药消毒池等，设备体积庞大，需要制作风机房，增加用户的占地面积及土建费用；



◆罐体材质易腐蚀，使用寿命短。 国内地埋式一体化污水处理设备大多采用碳钢材质，焊接成型，涂漆防腐。设备内外很难做到不留死角的绝对防腐，更何况运输、吊装过程中摩擦、磕碰导致防腐层脱落，因设备埋于地下，内部长期处于污水中，很快会出现锈蚀漏水现象，实践证明其使用寿命较短；

◆不可维护的固定式填料布置方式。 填料通常为悬挂式的弹性填料或组合式填料，固定于罐内钢制填料支架上，挂膜慢，调试期长。钢制填料支架 1~3 年就可能锈蚀塌陷，填料易断裂并缠绕在一起，堵在曝气装置上面。若想维修，只能系统停水，并把罐内污水和污泥清除出去，人员进入罐内才能维修，仅凭顶部很小的一个检查口是很难或不可能完成上述工作的。

◆不可维护的固定式底部曝气装置。 曝气头或曝气管均固定在罐体底部，一旦其损坏或者水下空气管路损坏，若想维修，只能系统停水，并把罐内污水、污泥及固定在罐内的填料清除出去，人员下

德州五洲人工环境设备有限公司

到罐底才能维修，完成上述工作比制作一台新设备还要难，维修成本不亚于购买一台新设备，无论是生产厂家还是其代理商均无人愿意承接此类维修工作，在维修无果的情况下，设备只能报废。

种种设计和制造方面的缺陷导致了这些被泥土埋起来的污水处理设备无法观察、无法检修、无法做工艺调整，最终成为一种寿命只有三至五年的一次性产品。对用户而言，毫无使用价值，只是用户为了通过环评验收而无奈购买的一种物品；对国家而言，埋入之时即是报废开始之日，设备所产生的短暂环保效益微乎其微。其潜在的危害还在于：因为设备的存在，名义上污染源已经治理，但实际上却起不到真正意义上的治理效果，给国家和人民造成更大的、持续性的损害。

2、好氧流化床生物膜反应器（ MBBR）的研制：

我公司引进世界先进的好氧流化床生物膜反应器（Moving Bed Biofilm Reactor简称 MBBR）技术，从改变设备结构、增加生物量、强化微生物代谢功能、提高活性污泥凝聚沉淀性能入手，创新研制出 WA-A 新型地埋式一体化污水处理设备，完全解决了国产传统地埋式污水处理设备的上述缺陷，为中国分散式污水处理设备的选型提供了新的选择。

二、好氧流化床生物膜反应器（ MBBR）结构和工艺流程

1、反应器结构： MBBR 主要由反应器内外罐体、曝气机、可提升式曝气装置和投加在污水中的纳米悬浮生物载体构成。

①进水管

②出水管

③消声箱

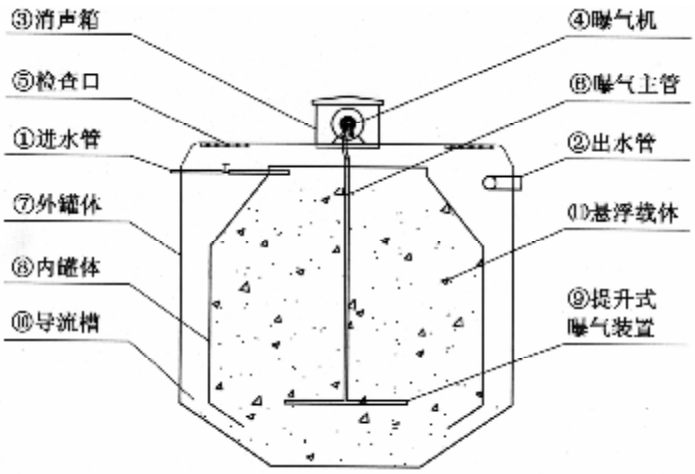
④曝气机

⑤检查口

⑥曝气主管

⑦外罐体

⑧内罐体



MBBR 结构示意图

德州五洲人工环境设备有限公司

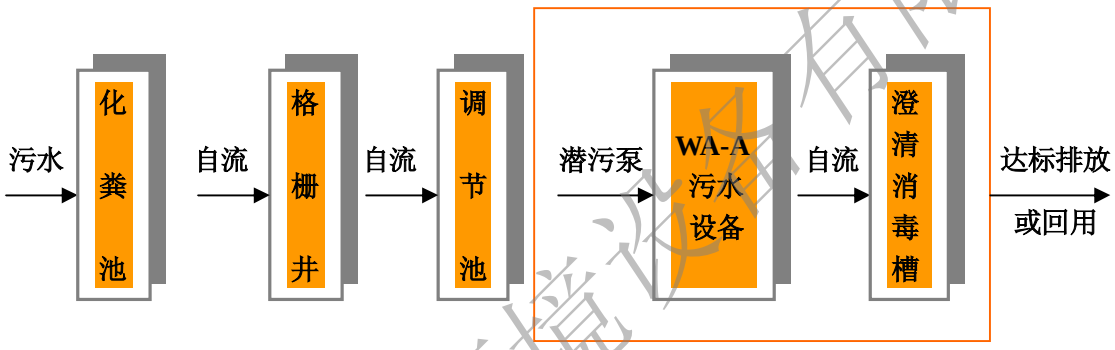
⑨可提升式曝气装置

⑩导流槽

⑾悬浮生物载体

结构说明：MBBR 设备主体由玻璃钢材料制成的内外两个罐体组成，污水由进水管①进入内罐⑧，内罐充填一定比例的悬浮生物载体⑾，顶盖上装有曝气机④，底部可提升式曝气装置⑨曝气。曝气机外面有消声箱③，内罐⑧与外罐⑦通过设备底部特殊结构的导流槽⑩相通，经生物降解的污水通过导流槽由内罐进入夹层中沉淀，澄清后的水经出水管②流出。

2、工艺流程：



流程说明：流经化粪池的污水经格栅井流入调节池，格栅井内截留的杂物被人工清除。污水用潜污泵提升到 WA-A 设备的内罐曝气区，曝气区充填 WAN 纳米悬浮生物载体，载体上的微生物膜和活性污泥利用污水中的 C、N、P 生长繁殖，水体污染物及水体富营养物质被消化吸收得以去除。泥水自底部导流槽进入内外罐之间的沉淀区，泥水分离后，污泥自动回到曝气区，净化后的水进入澄清/消毒槽进一步去除悬浮物，达标排放到受纳水体或再作深度处理，以用作景观水、绿化灌溉用水等。**特别说明：本污水处理设备不含消毒杀菌设备（如二氧化氯机、臭氧发生器等），也不附带任何消毒剂。如果处理的是医院废水或用户有杀菌消毒的特别要求，用户可以自行购买杀菌消毒设备，也可以在澄清/消毒槽内投加缓释型三氯片，以保证出水符合消毒要求。红线内为我公司提供设备及安装的范围。**

三、MBBR 工艺原理

1、生物法污水处理技术的分类及其优缺点：污水的生物处理方法通常分为**悬浮生长的活性污泥法**和**附着生长的生物膜法**。活性污泥法的优点是工艺成熟、工艺参数方便调整、出水水质好，绝大部分污水处理厂使用的是活性污泥法，缺点是反应构筑物体积比较大，剩余污泥多，易发生污泥膨胀等。生物膜法的优点是抗负荷冲击能力强，反应器体积小，不会发生污泥膨胀，剩余污泥少，缺点是出水

德州五洲人工环境设备有限公司

水质略差，尤其在水质和水量变化较大时，生物膜大量脱膜，水质波动很大。

2、传统的 A/O 或 A^2/O 生物脱氮理论：生活污水中的氨氮在硝化过程中由自养硝化菌以氧为电子受体将其转化为硝酸盐和亚硝酸盐；在反硝化过程中，再由异养反硝化菌将硝酸盐和亚硝酸盐还原为气体而使污水脱氮。由于硝化菌有强烈的好氧性，硝化过程必须是好氧的；而传统反硝化菌在有氧条件下即以氧为电子受体，进行有氧呼吸，只有在无氧状态下才以硝酸盐或亚硝酸盐为电子受体，获取合成细胞体的能量，因此传统反硝化菌仅能在缺氧环境下才能进行反硝化。根据以上理论发展起来的传统生物脱氮工艺就将厌氧（兼氧）池与好氧池分开，从而导致工艺流程长、基建投资高、系统操作运行复杂、需要向反硝化池补充碳源等工艺缺点。

3、MBBR 的核心技术：MBBR 是结合了活性污泥法和生物膜法的优点，同时又克服了二者的缺点而研制的一种新型高效反应器，其核心技术是：选择一种性能优异的悬浮生物载体投加进曝气区，并在曝气区内特别添加好氧反硝化菌，在时间和空间上同步实现好氧硝化和反硝化作用，突破传统的 A/O 或 A^2/O 生物脱氮理论和技术。

4、MBBR 核心技术的实现方式：目前国内外的报道均已证实：自然界存在好氧反硝化菌，该类菌株对溶解氧的耐受能力极强，在好氧条件下均能以显著的速度还原硝酸盐和亚硝酸盐。我公司会同国内著名微生物科研院所专家经反复实验，最终筛选出适合污水处理的 WAB（**Water & Air® Bacillus**）型好氧反硝化菌。基于此类菌株特性，我公司生产的 MBBR 污水处理设备不再设厌氧区（兼氧区），污水直接进入曝气区。在曝气区内投加比表面积巨大的悬浮生物载体，并接种硝化菌、好氧反硝化菌和其他生化菌群，微生物菌群在悬浮载体和活性污泥中迅速生长繁殖，曝气时悬浮生物载体呈流化态在反应器内无序状翻滚流动，气、液、固（膜）三相充分接触，污水中的污染物被生物膜和活性污泥截留、吸附，并作为微生物的营养源，在其生长繁殖过程中被消化，污水得以降解。在这一系列的生物反应过程中，生物膜与活性污泥的分工、协作及其经济性体现在以下几个方面：

◆自养菌的硝化主要出现在载体上的生物膜和脱落的生物膜上（60%-90%），而对 BOD 的去除则主要由活性污泥混合液完成；

◆曝气区特别添加好氧反硝化菌，该类菌株能以硝酸盐为唯一氮源和能源生长繁殖，在 DO 浓度 1.5-6ppm 条件下还原硝酸盐为亚硝酸盐，并继续还原亚硝酸盐为氮气，实现脱氮；

◆脱落的生物膜进入活性污泥混合液中，起到硝化污泥接种的作用，强化了系统抗冲击负荷的稳定性；

◆悬浮态污泥的传质阻力小于附着态生物膜，当环境条件(如有机负荷)发生变化时，悬浮态污泥先

德州五洲人工环境设备有限公司

进行种群的演变，其结果是大大缓解了不利因素对附着态生物膜的影响，使大量在载体上附着的生长速率较小且对环境敏感的微生物(如硝化菌)能够在系统中得以生存并发挥效能，从而使 MBBR 在较高 COD 容积负荷下仍具有较强硝化能力。

◆污泥沉降比 SV 达到 40-70%，污泥指数 SVI 为 60-90mg/L，沉降性能更好，出水指标好于单纯活性污泥法或生物膜法工艺；

◆混合液污泥浓度高达 8-12g/L，使得内源呼吸加强，减少了剩余污泥的产生；

◆由于生物膜的硝化作用，使好氧池的体积相对活性污泥工艺节约 50%，更由于减掉厌氧池结构，减小了设备体积，减少了设备投资；

◆曝气系统和出水装置几乎不需维护，运行管理成本较活性污泥工艺低 60%，减少运行费用。

四、技术优势

1、纳米悬浮生物载体性能优越。MBBR 的技术关键点是选择微生物容易附着并且易于流化的悬浮生物载体。WAN（**Water & Air® Nano Particle**）纳米悬浮生物载体具备以下特征：

◆内部孔隙度高，比表面积巨大，吸附能力极强，微生物易于附着。其外观为极细的粉状固体，比重一般在 0.6，比表面积 48 m2/g（使用全自动 F-Sorb 2400 比表面积仪 BET 方法检测），10g 的比表面积就高于 $1m^3$ 传统弹性填料或组合式填料的比表面积（230 $m2/m^3$）。由于其上有众多的壳体孔洞，形成特殊多孔质构造，孔隙度高达 90%，吸附能力极强。晶体内带负电荷，可以吸附水中大量的金属阳离子和 NH_4^+离子等，吸附正电荷离子后其自身电价失去平衡而带上正电荷，这为悬浮生物载体完全吸附带负电荷的微生物、细菌、蛋白质以及引起色度和浊度的有机高分子化合物提供了铺垫和实现条件。

德州五洲人工环境设备有限公司

◆降解有机物、脱氮除磷。良好的生长环境和充足的营养物质使微生物在悬浮载体的表面不断生长繁殖而形成生物膜，生物膜中微生物分泌的多糖胞外酶的吸附作用进一步增强了其吸附有机污染物的能力和效果。由于各种生理习性不同的微生物同时作用，使吸附在悬浮载体上的有机污染物降解或矿化成低分子化合物或 CO_2 等；吸附在孔洞内 NH_4^+ 离子被硝化菌硝化处理，再在专门投加的好氧反硝化菌作用下变成 N_2 从水体逸出，实现脱氮，这是一个既有物理吸附作用又有生物化学作用的吸附——降解——再吸附——再降解的动态循环过程；磷作为营养物质被好氧微生物吸收，在生物膜死亡后以生物污泥的形式沉积在设备底部，通过排泥排出体系，实现除磷。

◆易于流化，氧气利用率高。悬浮生物载体颗粒粒径在纳米级，很容易与活性污泥的互混互溶，流化所需的动力在目前已知的悬浮填料中是最低的。悬浮载体较小的粒径实现了气、液、固三相极高的接触面积和碰撞几率，获得了较高的氧气利用率，节能非常明显。

◆使用方便。可以直接投加到曝气池，永远不用担心堵塞系统，永远可以不停水检修。

2、曝气系统性能优越。

MBBR 的曝气系统由高压气泵曝气机和可提升式曝气装置组成。可提升式曝气装置是由穿孔曝气管和提升管构成。

◆曝气机性能优越、便于维护。相对于罗茨风机或回转式风机，高压气泵出气洁净无油，电机与叶轮直联传动，运转平稳，能耗小，噪声低，使用寿命长，几乎不需维护，安装在地面伸手可及之处，检修非常便利。

◆曝气管永不堵塞、便于维护。穿孔曝气管是目前公认的结构简洁最不易堵塞的曝气管，单纯使用在活性污泥法工艺或者接触氧化法工艺中其氧利用率较低，但应用于 MBBR 工艺中，由于悬浮生物载体极其细小，其与上升的气泡接触足够充分，从而获得极高的氧利用率。

不堵塞的曝气头并不意味着不损坏，经长年累月的高压空气冲击，任何塑料材质的曝气头及水下空气管路都有老化损坏的可能。一旦损坏，我们可以把曝气装置提升到顶部检查口处检修，系统不用停水，人员永远不用下到设备底部维护曝气系统。

3、 玻璃钢材质，永不腐蚀。不会像碳钢材质防腐处理的地埋式污水设备那样两三年就出现锈蚀

德州五洲人工环境设备有限公司

漏水现象，玻璃钢罐体理论使用寿命 50 年，在保证及时更换部件的情况下属于可永久使用的产品。

4、 **运行费用低。**设备的能耗主要来自调节池内的潜污泵、曝气机，处理过程无须添加任何药剂（有消毒要求时，添加消毒药剂除外），更由于间歇曝气运行，耗电超低，显著节省用户的运行费用。

5、 **施工时间短，基建费用低。**工厂模块化生产，工地现场直接安装入地坑内基础上即可，施工工期短。无需制作风机房，节省土建费用。地坑底部只需制作混凝土基础平台。

6、 **外型美观。**装于小区草坪或灌木丛内，与周围自然景观融为一体。

7、 **全自动控制。**无人值守，自动运行，既便于日常管理又便于维修保养。

8、 **设备使用机动灵活。**根据污水量可单台使用，也可多台并联组成小型污水处理站。可集中放置，也可多点分散放置，分别处理各个排污点。多台并联使用时，可开启全部设备，也可开启一台或几台设备。如旅游景区，旺季时全部运行，淡季时只开启一台；或新建的住宅小区，刚入住时人员较少可以开启一台，入住满后再全部开启，既节能又便于管理。

总之，流化床生物膜反应器（MBBR）污水处理设备集去除 COD_{cr} 、BOD_5、NH_3-N、P 等污染物质及水体营养物质于一身，具有技术性能稳定可靠，处理效果好，投资及运行费用低，占地面积少，维护管理方便等优点，出水主要指标达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级 B 标准。若经过深度处理，可以作为景观水、绿化灌溉水而实现中水回用，具有卓越的经济效益和社会效益。

五、技术参数

1、规格型号的标识方法：

WA—A—5

- **5** — **处理量 5 吨/小时**
- **A** — **Aerobic Process 好氧生物处理工艺**
- **WA** — **Water & Air Environment 五洲环境® 的简称**

德州五洲人工环境设备有限公司

2、技术参数表：

型号	污水处理量（T/h）	直径*高（mm）	曝气机型号	曝气机功率（KW）	曝气机运行时间（约小时/天）	曝气机电耗（Kw/h）
WA-A-1	1.0	Φ3100*2600	WAJ-0.55A1	0.55	8	4.4
WA-A-1.5	1.5	Φ3100*3100	WAJ-0.8A1	0.8	8	6.4
WA-A-2	2.0	Φ3100*3600	WAJ-1.1A1	1.1	8	8.8
WA-A-2.5	2.5	Φ3100*4100	WAJ-1.1-A1	1.1	10	11
WA-A-3	3.0	Φ4200*3100	WAJ-1.3B2	1.3	10	13
WA-A-4	4.0	Φ4200*3600	WAJ-1.5A1	1.5	10	15
WA-A-5	5.0	Φ4200*4100	WAJ-2.2B2	2.2	8	18
WA-A-6	6.0	Φ4200*4600	WAJ-2.2B2	2.2	10	22
WA-A-7	7.0	Φ4200*5100	WAJ-2.2-A2	2.2	12	26

注：超过 7 吨/小时的处理量时，由两台或三台设备并联运行。如 WA-A-10，处理量 10 吨/小时，由 2 台处理量 5 吨/小时的设备并联运行即可。

3、设计进水指标：

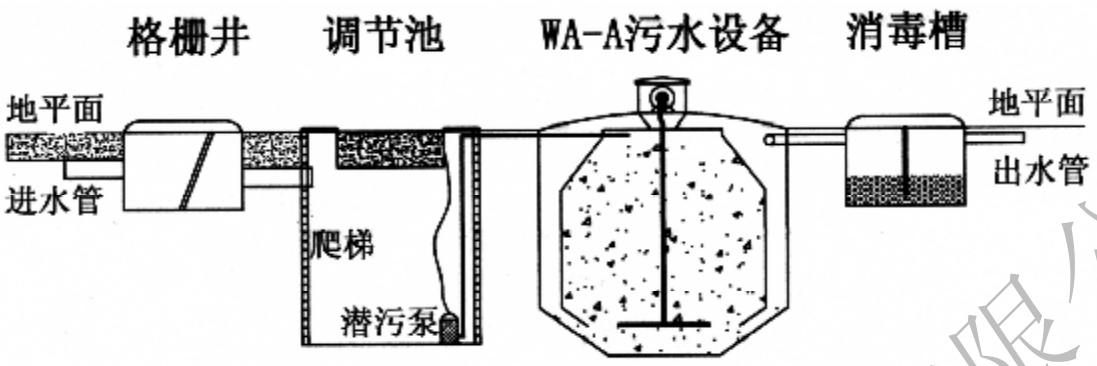
设计进水 **COD_{cr}**：200-400，**BOD_5**：100-200，**NH_3-N**：20-40，**SS**：150-250

4、WA-A 系列地埋式污水设备处理量与进出水 BOD 关系表：

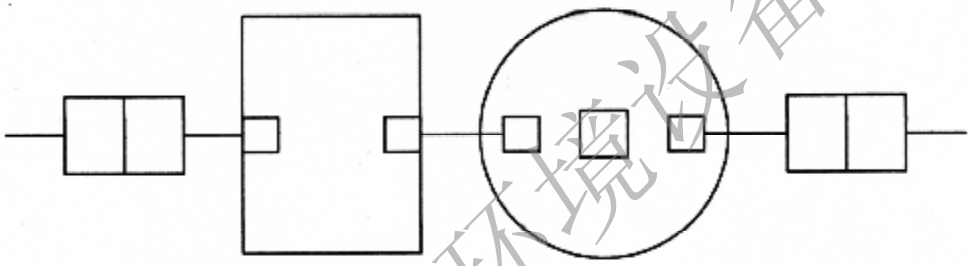
进水 BOD_5(mg/L)		200	300	400	200	300	400	500	300	400	500
出水 BOD_5(mg/L)		20	20	20	30	30	30	30	60	60	60
处理水量(m^3/h)	WA-A-1	1	0.8	0.65	1	0.9	0.75	0.6	1	0.85	0.75
	WA-A-1.5	1.5	1.2	0.975	1.5	1.35	2.625	0.9	1.5	1.275	1.125
	WA-A-2	2	1.6	1.3	2	1.8	1.5	1.2	2	1.7	1.5
	WA-A-2.5	2.5	2.0	1.625	2.5	2.25	1.875	1.5	2.5	2.125	1.875
	WA-A-3	3	2.4	1.95	3	2.7	2.25	1.8	3	2.55	2.25
	WA-A-4	4	3.2	2.6	4	3.6	3	2.4	4	3.4	3
	WA-A-5	5	4	3.25	5	4.5	3.75	3	5	4.25	3.75
	WA-A-6	6	4.8	3.9	6	5.4	4.5	3.6	6	5.1	4.5
	WA-A-7	7	5.6	4.5	7	6.3	5.25	4.2	7	5.95	5.25

德州五洲人工环境设备有限公司

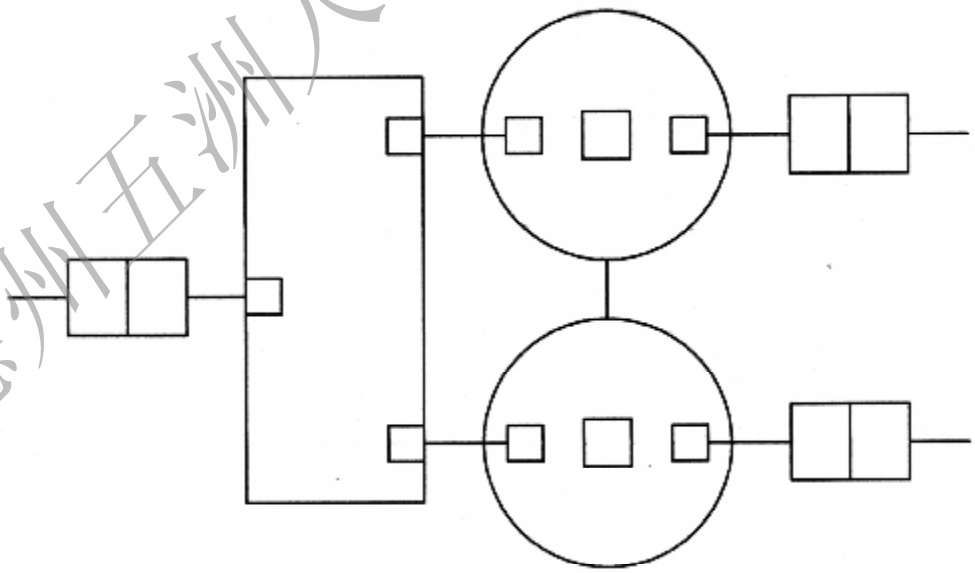
六、安装示意图



1、系统剖面示意图



2、单台设备平面布置示意图



3、两台（或多台）设备平面布置示意图

德州五洲人工环境设备有限公司

七、WA-A 系列地埋式污水处理设备的适用范围

适合于城镇居民生活小区、宾馆、酒店、学校、医院、别墅区、旅游景区、部队营房、工厂职工宿舍等产生的生活污水以及与之类似的水产加工厂、屠宰场、肉制品厂、乳制品厂等食品行业产生的有机工业废水的处理。

八、WA-A 系列地埋式污水处理设备的维护 保养

1、**维护保养：**WA-A 系列设备虽然是无人值守、自动运行，但也要建立必要的定人定岗巡检制度。全自动控制柜设有故障声光报警装置，遇有设备故障，巡检人员可以及时发现并迅速处理。动力设备的故障主要是潜污泵和曝气机，建议专人每天巡检潜污泵和曝气机。

2、**排泥：**每运行 4-6 个月，应该抽出底部 200mm 高度的污泥，污泥可作为肥料在周边绿化带施肥使用。有两种排泥操作方式：

A）在停止进水静置 1 小时后，把潜污泵从顶部两侧检查口放入**设备夹层沉淀区**底部抽泥，看到水面下降 200mm 即可停止，然后恢复进水恢复曝气。

B）在停止进水静置 1 小时后，用吸粪车的吸管从顶部中心检查口伸入曝气区底部抽泥，看到水面下降 200mm 即可，然后恢复进水恢复曝气。

德州五洲人工环境设备有限公司